

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-117952

(43)Date of publication of application : 27.04.2001

(51)Int.Cl. G06F 17/50

(21)Application number : 11-297644

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 20.10.1999

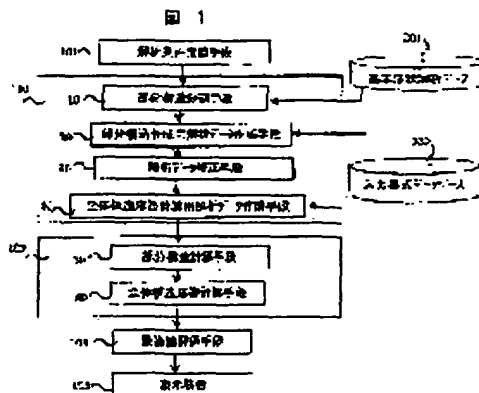
(72)Inventor : FUKUYAMA MAYUMI  
HORIUCHI TOSHIHIKO

#### (54) OPTIMAL DESIGN SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optimal design system with which the preparation of analytic data for response calculation is simplified by reducing time and storage areas required for calculating a response when finding the response of a construction while using a response calculation program in the case of optimizing the construction on the basis of the design of experiments.

**SOLUTION:** The response of the construction is found by the response calculation program capable of utilizing a partial structure synthesizing method. When preparing the analytic data for response calculation, the input format database of the response calculation program is prepared and referred to.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or *application converted registration*]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-117952

(P2001-117952A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 6 F 17/50

識別記号

F I

G 0 6 F 15/60

テーマコード(参考)

6 0 4 A 5 B 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平11-297644

(22) 出願日

平成11年10月20日 (1999. 10. 20)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 福山 満由美

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72) 発明者 堀内 敏彦

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

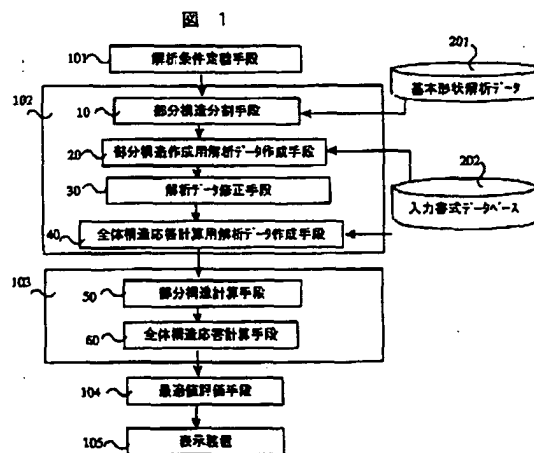
Fターム(参考) 5B046 DA02 GA01 JA08 KA05

(54) 【発明の名称】 最適設計システム

(57) 【要約】

【課題】 実験計画法による構造物の最適化において、構造物の応答を応答計算プログラムを用いて求める場合に、応答計算に要する時間、記憶領域を縮小し、応答計算用解析データ作成を簡略化した最適化システムを提供することにある。

【解決手段】 構造物の応答を部分構造合成法が利用できる応答計算プログラムにより求め、また、応答計算用解析データ作成において応答計算プログラムの入力書式データベースを整備し参照する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 構造物の構造変更条件を実験計画法の直交表に基づいて定義する解析条件定義手段と、前記構造物を複数の要素により数値で模擬した解析データを前記定義手段に基づいて作成する解析データ作成手段と、前記解析データを用いて所定の現象に対する応答を計算する応答計算手段と、前記応答計算手段により得られた応答値データを基に最適な構造変更条件を選定する最適値評価手段と、前記最適値評価手段に基づく最適構造を表示する表示装置とからなる最適設計システムにおいて、前記応答計算手段は、部分構造合成法が利用可能な解析プログラムを用いるものであり、部分構造データを計算する部分構造計算手段と、前記部分構造データを合成して構造物全体の応答を計算する全体構造応答計算手段を備えており、前記解析データ作成手段は、対象構造物の基本形状解析データがあらかじめ入力されており、さらに前記応答計算手段で用いる解析プログラムの入力書式データベース、前記基本形状解析データを複数の部分構造に分割する部分構造分割手段、前記分割された各部分構造について前記入力書式データベースを参照して前記部分構造計算手段において部分構造データを作成する部分構造作成用解析データ作成手段、前記解析条件定義手段に基づく構造変更条件に従って前記部分構造作成用解析データを修正する解析データ修正手段、前記各部分構造データを合成して構造物全体の応答を算出する全体構造応答計算用解析データの作成手段を備えることを特徴とする最適設計システム。

【請求項2】 前記解析データ作成手段は、さらに前記部分構造作成用解析データを修正した後にデータファイルに記憶する手段、前記全体構造応答計算用解析用データを作成した後に、データファイルに記憶する手段を有し、前記応答計算手段はさらに部分構造計算手段を実施した後に各部分構造データをデータベースに記憶する手段を備えることを特徴とする請求項1記載の最適設計システム。

【請求項3】 前記解析データ作成手段は、さらにあらかじめ得られた既存部分構造データに関する既存部分構造データベース、前記部分構造分割手段により分割された各部分構造と前記既存部分構造データベースとから条件の一致する既存部分構造データを検索、抽出する既存部分構造データベース検索手段、前記抽出された既存部分構造データを前記入力書式データベースを参照して書式の確認と修正を行う既存部分構造データ修正手段とを備えることを特徴とする請求項1記載の最適設計システム。

【請求項4】 前記応答計算手段は、複数の応答計算プログラムを用い、ひとつの応答計算プログラムでの計算結果が他の応答計算プログラムの入力条件となる多段階応答計算を実施する手段であって、前記入力書式データベースは各応答計算プログラムそれぞれに関する入力書式

を保有しており、前記基本形状解析データは各プログラムごとにあらかじめ入力されており、前記解析データ作成手段と前記応答計算手段を各プログラムごとに備え、各応答計算プログラム間の受け渡しデータの定義手段を備え、前記解析データ作成手段は前記解析データ修正手段を実施した後で前記部分構造作成用解析データに対して各プログラム間受け渡しデータに基づいて修正を行う各プログラム間受け渡しデータ修正手段を備え、前記応答計算手段は、前記全体構造応答計算手段を実施した後で各プログラム間で受け渡すデータを抽出する各プログラム間受け渡しデータ周出手段を備えることを特徴とする請求項1記載の最適設計システム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、構造物の設計において、前記構造物の形状または特性について、所定の現象に対する前記構造物の応答を最適にする構造変更条件を求める最適化手法による構造変更シミュレーションに係り、特に実験計画法による直交表に基づく手法による最適設計システムに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 従来の最適設計システムは、例えば、特開平6-89322号公報に示されるように、解析を1回行うごとに、その解析結果を参照して次の解析の入力条件を決め、応答値が所望の値を中心とするある定めた範囲にはいるまで、繰り返し構造応答解析を行う逐次解法が用いられるのが一般的であった。また、特開平10-207926号公報に示されるように、実験計画法の直交表に基づき決められた回数の構造応答解析を行い、それらの解析条件と解析結果の相関関係を調べ応答値が所望の値となるような設計変数の値を推定する方法等が用いられる。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 前記の逐次解法による最適設計システムでは、応答値が所望の値となるまで繰り返し構造解析を実施するために、最適値を得るまでに必要な構造解析の解析ケース数があらかじめ推定できなかったり、繰り返し数が多数になり時間がかかるなど、最適解を効率的に得るには収束の判定の工夫が必要であった。

【0004】 一方、実験計画法では、直交表により設計変数の値の組み合わせと解析ケース数を決めてから解析を実施するために、解析に要する時間をあらかじめ把握できるという利点がある。しかし、最適化の対象とする構造物が複雑であり、解析に必要な記憶領域が大きかったり、1ケースあたりの解析時間が長い場合はやはり時間がかかるという問題があった。

【0005】 振動解析等の構造応答解析では、解析自由度の縮小方法のひとつとして部分構造合成法は用いられることが多い（例えば長松著「モード解析」pp.189-250、培風館、1985年発行）。これは、対象とする構

造物を部分構造に分割し、各部分構造の応答解析を行って適切な手法で自由度を縮小して部分構造データを求め、さらに、これらの部分構造データを組み合わせて全体系の応答解析を行うものである。この部分構造合成法を実験計画法による最適設計システムの応答計算に用いることにより計算に要する記憶領域と計算時間の縮小を図ることが可能となる。

【0006】また、最適化計算の応答計算プログラムとして、部分構造合成法の機能を有する市販の構造解析プログラムを用いる場合には、そのプログラムに応じた書式で解析データを作成する必要がある。一般的に用いられる有限要素法の構造解析プログラムの解析データは、解析条件データ、節点データ、要素データ、材料データ、境界条件データ、荷重条件データより構成される。部分構造合成法を用いる場合に限らず、構造変更を行う場合には解析ケースごとに設計者が解析データの変更を行う必要があり手間がかかっていた。特に、部分構造合成法を用いる場合は、解析条件として部分構造の応答解析を行って自由度を縮小する条件を与え、境界条件には各部分構造間の境界点の指定を加える必要がある等、解析データ作成が煩雑であった。

【0007】本発明の目的は、部分構造合成法を用いて、実験計画法による最適化計算に必要な記憶領域や計算時間を縮小し、また、部分構造合成法利用時の解析データ作成を簡便にすることにより、短時間で最適設計を行う最適設計システムを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的は、構造物の構造変更条件を実験計画法の直交表に基づいて定義する解析条件定義手段と、前記構造物を複数の要素により数値で模擬した解析データを前記定義手段に基づいて作成する解析データ作成手段と、前記解析データを用いて所定の現象に対する応答を計算する応答計算手段と、前記応答計算手段により得られた応答値データを基に最適な構造変更条件を選定する最適値評価手段と、前記最適値評価手段に基づく最適構造を表示する表示装置とからなる最適設計システムにおいて、前記応答計算手段は、部分構造合成法が利用可能な解析プログラムを用いるものであり、部分構造データを計算する部分構造計算手段と、前記部分構造データを合成して構造物全体の応答を計算する全体構造応答計算手段を備えており、前記解析データ作成手段は、対象構造物の基本形状解析データがあらかじめ入力されており、さらに前記応答計算手段で用いる解析プログラムの入力書式データベース、前記基本形状解析データを複数の部分構造に分割する部分構造分割手段、前記分割された各部分構造について前記入力書式データベースを参照して前記部分構造計算手段において、部分構造データを作成する部分構造作成用解析データ作成手段、前記解析条件定義手段に基づく構造変更条件に従って前記部分構造作成用解析データを修正する解

析データ修正手段、前記各部分構造データを合成して構造物全体の応答を算出するための全体構造応答計算用解析データの作成手段を備えた最適設計システムにより達成される。

【0009】請求項2に記載したように前記解析データ作成手段は、さらに前記部分構造作成用解析データを修正した後にデータファイルに記憶する手段、前記全体構造応答計算用解析データを作成した後に、データファイルに記憶する手段を有し、前記応答計算手段はさらに部分構造計算手段を実施した後に各部分構造データをデータベースに記憶する手段を備えていてもよい。

【0010】また、請求項3に記載したように、前記解析データ作成手段は、さらにあらかじめ得られた既存部分構造データに関する既存部分構造データベース、前記部分構造分割手段により分割された各部分構造と前記既存部分構造データベースとから条件の一致する既存部分構造データを検索、抽出する既存部分構造データベース検索手段、前記抽出された既存部分構造データを前記入力書式データベースを参照して書式の確認と修正を行う既存部分構造データ修正手段とを備えていてもよい。

【0011】さらに、請求項4に記載したように、複数の応答計算プログラムを用い、ひとつの応答計算プログラムでの計算結果が他の応答計算プログラムの入力条件となる多段階応答計算を実施する手段であって、前記入力書式データベースは各応答計算プログラムそれぞれに関する入力書式を保有しており、前記基本形状解析データは各プログラムごとにあらかじめ入力されており、前記解析データ作成手段と前記応答計算手段を各プログラムごとに備え、各応答計算プログラム間の受け渡しデータの定義手段を備え、前記解析データ作成手段は前記解析データ修正手段を実施した後で前記部分構造作成用解析データに対して、各プログラム間受け渡しデータに基づいて修正を行う各プログラム間受け渡しデータ修正手段を備え、前記応答計算手段は、前記全体構造応答計算手段を実施した後で各プログラム間で受け渡すデータを抽出する各プログラム間受け渡しデータ周抽出手段を備えていてもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】図1に本発明による最適設計システムの一実施例を示す。図において、101は解析条件定義手段、102は解析データ作成手段、103は応答計算手段、104は最適値評価手段、105は表示装置である。また、201は基本形状解析データ、202は入力書式データベースである。解析データ作成手段102には、部分構造分割手段10、部分構造作成用解析データ作成手段20、解析データ修正手段30、全体構造応答計算用解析データ作成手段40が備わる。

【0013】応答計算手段103には、部分構造計算手段50、全体構造応答計算手段60が備わる。解析条件定義手段101、解析データ作成手段102、応答計算

手段103、最適値評価手段104は、例えば計算機等の処理装置に装備されたデータ処理手順プログラムであり、基本形状解析データ201、入力書式データベース202は、例えば前記解析データ作成手段102に接続された外部記憶装置上のデータファイルである。また、表示装置105は前記最適値評価手段104に接続された具体的にはCRTディスプレイ等である。本実施例において、解析条件定義手段101は、構造変更を行う対象構造物の形状や特性の変更パラメータを設計変数として定義し、実験計画法の直交表に割り当てて設計変数の値を定義するものである。

【0014】また、基本形状解析データ201は、対象構造物を複数の要素の組み合わせで表現した数値解析モデルであり、応答計算手段103で使用する応答計算プログラムの入力書式に従う形式で準備されている。さらに、入力書式データベース202は、応答計算手段103で用いる応答計算プログラムの書式に関するデータベースであり、部分構造合成法利用時にに関する情報も含むものである。具体的には、部分構造を構成する節点や要素の指定方法、自由度の縮小方法、境界条件の指定方法、外力条件の指定方法、他の部分構造との境界点の指定方法及び全体系での位置に関する情報の指定方法などを含んでいる。

【0015】解析データ作成手段102は、まず、部分構造分割手段10により基本形状解析データ201を部分構造に分解し、次に、部分構造作成用解析データ作成手段20により分割された各部分構造に対して、前記入力書式データベース202を参照して部分構造作成用解析データを作成する。部分構造作成用解析データは、部分構造作成用解析データ修正手段30により解析条件定義手段10で定める解析パラメータとなるように修正される。さらに、全体構造応答計算用解析データ作成手段40により、前記入力書式データベース202を参照して、各部分構造データを用いて全体構造物の応答を算定するために必要な全体構造応答計算用解析データを作成する。

【0016】また、前記応答計算手段103では、部分構造計算手段50により、前記部分構造作成用解析データを用いて部分構造データを計算し、次に、全体構造応答計算手段60により、前記全体構造応答計算用解析データと、部分構造データとから全体構造物の応答計算を行う。

【0017】さらに、前記最適値評価手段104により、前記全体構造応答計算手段60により計算される応答値データを基に、応答値間の相関関係等を分析し、所望の応答を最適にする設計変数の値の組み合わせを選定する。最適化結果は表示装置105により表示される。

【0018】本実施例によれば、実験計画法による最適化計算での応答計算に部分構造合成法を用いることにより、計算に必要な記憶領域や計算時間を縮小できる。ま

た、部分構造合成法使用時を含む解析プログラムの入力書式データベースを用いることにより、部分構造合成法利用時の解析データ作成を簡便にすることができる。

【0019】図2は本発明の別の実施例である。解析条件定義手段101は、設計変数の定義と実験計画法の直交表の割付を行って解析条件を定めるものである。

【0020】解析データ作成手段102は、部分構造分割手段10、部分構造作成用解析データ作成手段20、解析データ修正手段30、部分構造作成用解析データ記憶手段31、全体構造応答計算用解析データ作成手段40、全体構造応答計算用解析データ記憶手段41を実施する。具体的には、まず、部分構造分割手段10により基本形状解析データ201を部分構造に分割する。次に、部分構造作成用解析データ作成手段20により入力書式データベース202を参照して部分構造データを算出するための解析用入力データを作成し、部分構造作成用解析データ修正手段30により解析条件定義手段101で定める解析パラメータとなるように部分構造作成用解析データを修正する。

【0021】さらに、部分構造作成用解析データ記憶手段31により、作成された部分構造作成用解析データを、部分構造作成用解析データファイル203に記憶する。また、全体構造応答計算用解析データ作成手段40により作成された全体構造応答計算用解析データは、全体構造応答計算用解析データ記憶手段41により、全体構造応答計算用解析データファイル204に記憶される。部分構造応答作成用解析データファイル203、及び全体構造応答計算用解析データファイル204は、解析データ作成手段102に接続された外部記憶装置であってもよい。

【0022】応答計算手段103は部分構造計算手段50、部分構造データ記憶手段51、全体構造応答計算手段60を実施する。具体的には、部分構造計算手段50により、部分構造作成用解析データファイル203より読み出した解析データを入力として部分構造データを作成する。次に、作成された部分構造データは部分構造データ記憶手段51により、部分構造データベース205に記憶される。部分構造データベース205は、応答計算手段103に接続された外部記憶装置であってもよい。全体構造応答計算手段60は、全体構造応答計算用解析データファイル204と部分構造データベース205より必要なデータをよみだして、応答計算を実施する。

【0023】さらに、最適値評価手段104は、応答計算結果を基に応答値を抽出し、応答値間の関係を調べ最適構造を推定するものであり、表示装置105は最適化結果を表示する。

【0024】本実施例によると、部分構造作成用データ、全体構造応答計算用解析データ、部分構造データが記憶されるため、最適化終了後にデータファイルを参照

することが可能となり、設計変数を変更して繰り返し最適化を行う場合などに部分構造の情報を再利用でき、最適化に要する時間を短縮できる。

【0025】図3は本発明の別の実施例である。本実施例においても、解析条件定義手段101により解析条件を定める。

【0026】次に、解析データ作成手段102を実施する。ここで、部分構造分割手段10により、基本形状解析データ201を分析し、変更する要素を含む変更部分構造と変更する要素を含まない非変更部分構造に分割す

る。非変更部分構造について、入力書式データベース202を参照して非変更部分構造作成用解析データ作成手段21により部分構造データ作成用の解析データを作成する。変更部分構造についても同様に、入力書式データベース202を参照して変更部分構造作成用解析データ作成手段22により部分構造データ作成用の解析データを作成し、さらに、解析データ修正手段30により解析条件定義手段101で定める解析パラメータとなるように部分構造作成用解析データを修正する。

【0027】これらを実施した後で、部分構造作成用解析データ記憶手段31を実施し、作成された部分構造作成用解析データを、部分構造作成用解析データファイル203に記憶する。また、全体構造応答計算用解析データ作成手段40により作成された全体構造応答計算用解析データは、全体構造応答計算用解析データ記憶手段41により、全体構造応答計算用解析データファイル204に記憶される。部分構造作成用解析データファイル203は、及び全体構造応答計算用解析データファイル204は、解析データ作成手段102に接続された外部記憶装置であってもよい。

【0028】応答計算手段103では、非変更部分構造計算手段51により、部分構造作成用解析データファイル203より読み出した解析データを入力として非変更部分構造データを作成する。この非変更部分構造計算手段52は、非変更部分構造の数だけ実施するだけでよい。作成された非変更部分構造データは非変更部分構造データ記憶手段53により、部分構造データベース205に記憶される。また、変更部分構造については、変更部分構造計算手段54により部分構造作成用解析データファイル203より読み出した解析データを入力として変更部分構造データを作成する。

【0029】作成された変更部分構造データは変更部分構造データ記憶手段55により、部分構造データベース205に記憶される。部分構造データベース205は、応答計算手段103に接続された外部記憶装置であってもよい。全体構造応答計算手段60は、全体構造応答計算用解析データファイル204と部分構造データベース205より必要なデータをよみだして、応答計算を実施する。

【0030】さらに、最適値評価手段104は、応答計

算結果を基に応答値を抽出し、応答値間の関係を調べ最適構造を推定するものであり、表示装置105は最適化結果を表示する。

【0031】本実施例によると、基本形状解析データを非変更部分構造と変更部分構造に分け、非変更部分構造については1回の解析で部分構造データを作成し、また、データファイルに記憶されるため、応答計算のくり返し毎に参照可能となり、最適化に要する時間を短縮できる。

【0032】図4は本発明のさらに別の実施例である。ここで、解析条件定義手段101は、設計変数の定義と実験計画法の直交表に従って解析条件を定めるものである。

【0033】解析データ作成手段102では、まず、部分構造分割手段10により基本形状解析データ201を部分構造に分解する。次に、既存部分構造データベース検索手段23により、既存部分構造データベース210から、分解された各部分構造と同一の部分構造に関する応答データを検索する。この既存部分構造データベース210は、解析データ作成手段102が装備される処理装置に接続された外部記憶装置上のデータベースであってもよい。既存部分構造データ書き修正手段24は、抽出された既存部分構造データについて、入力書式データベース202を参照して、応答計算手段103で使用する応答計算プログラムの書式に一致するかどうかを確認し、不一致の場合は修正を行う。なお、入力書式データベース202は解析データ作成手段102が装備される処理装置に接続された外部記憶装置上のデータベースであってもよい。

【0034】次に、既存部分構造データベース210上に対応する既存部分構造データが見つからなかった部分構造で、解析条件を変更する要素を含まない既存データ外非変更部分構造については、既存データ外非変更部分構造作成用解析データ作成手段25により、入力書式データベース202を参照して既存データ外非変更部分構造作成用の解析データが作成される。

【0035】同様に、既存部分構造データベース210上に対応する既存部分構造データが見つからなかった部分構造で、解析条件を変更する要素を含む既存データ外変更部分構造については、既存データ外変更部分構造作成用解析データ作成手段26により、入力書式データベース202を参照して既存データ外変更部分構造作成用の解析データが作成され、解析データ修正手段30により解析条件定義手段10で定める解析パラメータとなるように修正される。

【0036】作成された既存データ外変更部分構造作成用解析データと既存データ外非変更部分作成用解析データは部分構造作成用解析データ記憶手段31により、部分構造作成用解析データファイル203に記憶される。また、全体構造応答計算用解析データ作成手段40によ

り作成された全体構造応答計算用解析データは、全体構造応答計算用解析データ記憶手段41により、全体構造応答計算用解析データファイル204に記憶される。部分構造作成用解析データファイル203、及び全体構造応答計算用解析データファイル204は、構造変更解析データ作成手段102に接続された外部記憶装置上のデータファイルであってもよい。

【0037】本実施例の応答計算手段103では、既存データ外非変更部分構造計算手段56により、部分構造作成用解析データファイル203より必要なデータを読み出して応答計算を行い既存データ外非変更部分構造データを作成する。作成された部分構造データは既存データ外非変更部分構造データ記憶手段57により、部分構造データベース205に記憶される。部分構造データファイル205は、応答計算手段103に接続された外部記憶装置上のデータファイルであってもよい。

【0038】同様に、既存データ外変更部分構造計算手段58は、部分構造作成用解析データファイル203より必要なデータを読み出して応答計算を行い既存データ外変更部分構造データを作成する。作成された部分構造データは既存データ外変更部分構造データ記憶手段59により、部分構造データファイル205に記憶される。さらに、全体構造応答計算手段60は、全体構造応答計算用解析データファイル204と部分構造データファイル205とより必要なデータをよみだして、応答計算を実施する。

【0039】また、本実施例の最適値評価手段104は、応答計算結果を基に応答値を抽出し、応答値間の関係を調べ最適構造を推定するものであり、表示装置105は最適化結果を表示する。

【0040】本実施例によると、対象構造物を部分構造に分解し、あらかじめ実験や他の解析で得られている既存の部分構造の応答に関するデータベースより、条件が同一の部分構造データを検索し、これを用いて全体構造応答解析を行うことが可能となるため、設計変数を変更して繰り返し最適化を行う場合などに部分構造の情報を再利用でき、また、部分構造の実験結果を使用することができ、最適化に要する時間を短縮できるとともに、実験結果を使用することにより精度が向上する。

【0041】図5は本発明のさらに別の一実施例である。本実施例は、本発明における構造最適化のための構造変更シミュレーション解析を、ひとつの応答計算プログラムを用いて行うのではなく、複数の応答計算プログラムを用いて行う場合であり、例えばまずひとつの応答計算プログラムで電磁場の解析を行って対象構造物に加わる電磁力を求め、他の応答計算プログラムで電磁力を受けた状態での対象構造物の振動応答解析を行うなどの場合に好適である。

【0042】解析条件定義手段101は、設計変数の定義と、実験計画法の直交表に従って解析条件を定義する

ものである。各プログラム対応基本形状解析データ220は、対象構造物を複数の要素の組み合わせで表現した数値解析モデルであり、応答計算手段103で使用する複数の応答計算プログラムそれぞれの入力書式に従う形式で準備されている。また、各プログラム対応入力書式データベース221は、応答計算手段103で用いる複数の応答計算プログラムの入力書式に関するデータベースであり、部分構造合成法利用時に関する情報も含むものである。

【0043】本実施例では、解析条件定義手段101を実施後に、各プログラム間の受け渡しデータ定義手段301により、各プログラム間で受け渡すデータを定義する。具体的にはあるプログラムの応答解析結果より必要なデータを抽出し、必要に応じて加工を施して、その値を参照して他のプログラムでの解析データの修正を行う場合のデータの抽出箇所、加工方法、修正箇所を定義する。続いて解析データ作成手段102、応答計算手段103を各プログラムごとに実施する。

【0044】次に、解析データ作成手段102を実施する。これは、部分構造分割手段10により、各プログラム対応基本形状解析データ220を部分構造に分解し、部分構造作成用解析データ作成手段20により各部分構造に対して、前記各プログラム対応入力書式データベース221を参照して各プログラムごとの部分構造作成用解析データを作成する。また、解析データ修正手段30により解析条件定義手段10で定める解析パラメータとなるように部分構造作成用解析データを修正する。次に、各プログラム間受け渡しデータ修正手段302により、部分構造作成用解析データに対して、各プログラム間受け渡しデータ定義手段301で定めるデータ修正該当箇所があれば、その値の修正を行う。なお、ここで受け渡しデータ修正は、通常最初に実行する応答計算プログラムによる計算用データに対しては行わず、2番目以降に実行する応答計算プログラムによる計算用データに対して行われる。

【0045】また、本実施例の応答計算手段103では、部分構造計算手段50により、前記部分構造作成用解析データを用いて部分構造データを計算し、さらに、全体構造応答計算手段60により、全体構造応答計算用解析データと、部分構造データとを用いて全体構造物の応答計算を行う。次に、各プログラム間受け渡しデータ抽出手段303は、各プログラム間受け渡しデータ定義手段301にて定めるデータ抽出該当箇所があれば、その値の抽出を行う。

【0046】さらに、最適値評価手段105により、前記全体構造応答計算手段60で計算される最終段階で実行した解析プログラムの応答値データを基に、応答値間の相関関係等を分析し、所望の応答を最適にする設計変数の値の組み合わせを選定する。最適化結果は表示装置105により表示される。

【0047】本実施例によれば、実験計画法による最適化計算での応答計算に複数の応答計算プログラムを用いる場合においても、部分構造合成法を用いることにより、計算に必要な記憶領域や計算時間を縮小できるため、短時間で最適設計を行うことができる。

【0048】図6は、図5に示す実施例について2つの応答計算プログラムを用いて構造変更シミュレーションをする場合での適用例である。

【0049】本適用例において、解析条件定義手段101は、解析条件を定義する。また、各プログラム間受け渡すデータ定義手段301は、応答計算プログラム1の応答計算結果より応答計算プログラム2の解析データへ受け渡すデータを定義する。

【0050】さらに、プログラム1対応の解析データ作成手段110は、プログラム1対応部分構造分割手段310、プログラム1対応部分構造作成用解析データ作成手段311、プログラム1対応解析データ修正手段312を実施する。具体的には、プログラム1対応部分構造分割手段310により、プログラム1対応基本形状解析データ230とプログラム1対応入力書式データベース232とを参照して、部分構造に分解する。これらの各部分構造について、プログラム1対応部分構造作成用解析データ作成手段311により、部分構造作成用解析データを作成し、さらに、プログラム1対応解析データ修正手段312により、解析条件定義手段101にて定める条件に従って解析データの修正を行う。また、各部分構造データを統合して全体構造の応答を計算するためのプログラム1対応全体構造応答計算用解析データ作成手段313によりプログラム1対応全体構造応答計算用解析データを作成する。

【0051】次に、本実施例のプログラム1対応応答計算手段111は、プログラム1対応部分構造計算手段314、プログラム1対応全体構造応答計算手段315、各プログラム間受け渡しデータ抽出手段316を順次実施する。具体的には、プログラム1対応部分構造計算手段314を実施して部分構造データを作成したのち、プログラム1対応全体構造応答計算手段315によりプログラム1の応答計算結果を求める。ここで、各プログラム間受け渡しデータ抽出手段316により、プログラム1の応答計算結果より、プログラム2へ受け渡すデータを抽出しておく。

【0052】次に実施するプログラム2対応解析データ作成手段112は、プログラム2対応部分構造分割手段320、プログラム2対応部分構造作成用解析データ作成手段321、プログラム2対応解析データ修正手段322、各プログラム間受け渡しデータ修正手段323を備える。ここで、プログラム2対応部分構造分割手段320により、プログラム2対応基本形状解析データ231とプログラム2対応入力書式データベース233とを参照して、部分構造に分解する。これらの各部分構造に

ついて、プログラム2対応部分構造作成用解析データ作成手段321により、部分構造作成用解析データを作成した後で、プログラム2対応解析データ修正手段322により、解析条件定義手段101に従って解析データの修正を行う。さらに、各プログラム間受け渡しデータ修正手段323により、各プログラム間受け渡しデータ抽出手段316により抽出されたデータに従ってプログラム2対応部分構造作成用解析データを修正する。

【0053】そして、プログラム2対応全体構造応答計算用解析データ作成手段324により、各部分構造データを統合して全体構造の応答を計算するためプログラム2対応全体構造応答計算用解析データを作成する。プログラム2対応応答計算手段113では、プログラム2対応部分構造計算手段325を実施して部分構造データを作成したのち、プログラム2対応全体構造応答計算手段326によりプログラム2の応答計算結果を求める。

【0054】以上のプログラム1、2に対する応答計算を実施した後で、最適値評価手段104は、前記プログラム2対応全体構造応答計算手段326により計算された応答値データを基に、応答値間の相関関係等を分析し、所望の応答を最適にする設計変数の値の組み合わせを選定するはたらきする。最適化結果は表示装置105により表示される。

【0055】本実施例によれば、実験計画法による最適化計算での応答計算に複数の応答計算プログラムを用いる場合においても、部分構造合成法を用いることにより、計算に必要な記憶領域や計算時間を縮小できるため、短時間で最適設計を行うことができる。

【0056】図7は本発明の既存部分構造データベースの書式に関する一実施例である。既存部分構造データベースは対象部分構造の形状に関する形状データ1001、境界条件データ1002、荷重条件データ1003、他の部分構造との境界に関するデータ1004、部分構造の質量マトリクス1005、部分構造の剛性マトリクス1006、部分構造の減衰マトリクス1007、部分構造の荷重ベクトル1008より構成される。部分構造の質量マトリクス1005、部分構造の剛性マトリクス1006、部分構造の減衰マトリクス1007、部分構造の荷重ベクトル1008はそれぞれ他の部分構造との境界での自由度に対応する値と、部分構造の内部点の自由度に対応する値とから構成されていてもよい。

【0057】

【発明の効果】本発明の最適設計システムによれば、構造変更条件の選定を実験計画法の直交表に従って行い、構造物の応答計算に部分構造合成法を用い、実験計画法による最適化計算に必要な記憶領域や計算時間を縮小し、また、部分構造合成法利用時の解析データ作成を簡便にすることにより、短時間で最適設計を行うことができる。

【図面の簡単な説明】



【図1】本発明による最適設計システムの一実施例の構成を示す図である。

【図2】本発明による最適設計システムの他の一実施例の構成を示す図である。

【図3】本発明による最適設計システムの他の一実施例の構成を示す図である。

【図4】本発明による最適設計システムの他の一実施例の構成を示す図である。

【図5】本発明による最適設計システムの他の一実施例の構成を示す図である。

【図6】本発明による最適設計システムの他の一実施例の構成を示す図である。

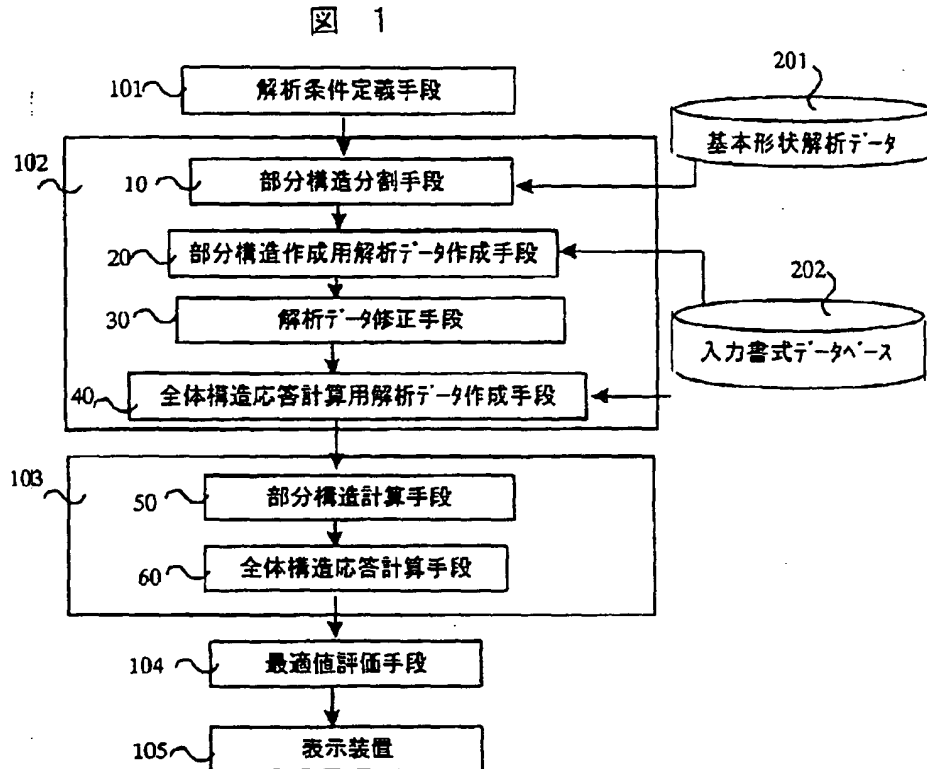
【図7】本発明における部分構造データベースの一実施例の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

10…部分構造分割手段、20…部分構造作成用解析データ作成手段、21…非変更部分構造作成用解析データ作成手段、22…変更部分構造作成用解析データ作成手段、23…既存部分構造データベース検索手段、24…既存部分構造データ修正確認手段、25…既存データ外非変更部分構造作成用解析データ作成手段、26…既存データ外変更部分構造作成用解析データ作成手段、30…解析データ修正手段、31…部分構造作成用解析データ記憶手段、40…全体構造応答計算用解析データ作成手段、41…全体構造応答計算用解析データ記憶手段、50…部分構造計算手段、51…部分構造データ記憶手段、52…非変更部分構造計算手段、53…非変更部分構造データ記憶手段、54…変更部分構造計算手段、55…変更部分構造データ記憶手段、56…既存データ外非変更部分構造計算手段、57…既存データ外非変更部分データ記憶手段、58…既存データ外変更部分構造計算手段、59…既存データ外変更部分構造データ記憶手段、60…全体構造応答計算手段、101…設計変数定義手段、102…解析データ作成手段、103…応答計算手段、104…最適値評価手段、105…表示装置、

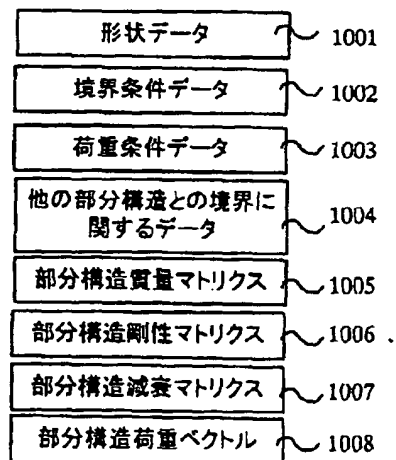
110…プログラム1対応解析データ作成手段、111…プログラム1対応応答計算手段、112…プログラム2対応解析データ作成手段、113…プログラム2対応応答計算手段、201…基本形状解析データ、202…入力書式データベース、203…部分構造作成用解析データファイル、204…全体構造応答計算用解析データファイル、205…部分構造データベース、210…既存部分構造データベース、220…各プログラム対応基本形状解析データ、221…各プログラム対応入力書式データベース、230…プログラム1対応基本形状解析データ、231…プログラム1対応入力書式データベース、232…プログラム2対応基本形状解析データ、233…プログラム2対応入力書式データベース、301…各プログラム間受け渡しデータ定義手段、302…各プログラム間受け渡しデータ修正手段、303…各プログラム間受け渡しデータ抽出手段、310…プログラム1対応部分構造分割手段、311…プログラム1対応部分構造作成用解析データ作成手段、312…プログラム1対応解析データ修正手段、313…プログラム1対応全体構造応答計算用解析データ作成手段、314…プログラム1対応部分構造計算手段、315…プログラム1対応全体構造応答計算手段、316…各プログラム間受け渡しデータ抽出手段、320…プログラム2対応部分構造分割手段、321…プログラム2対応部分構造作成用解析データ作成手段、322…プログラム2対応解析データ修正手段、323…各プログラム間受け渡しデータ修正手段、324…プログラム2対応全体構造応答計算用解析データ作成手段、325…プログラム2対応部分構造計算手段、326…プログラム2対応全体構造応答計算手段、1001…形状データ、1002…境界条件データ、1003…荷重条件データ、1004…他の部分構造との境界に関するデータ、1005…質量マトリクス、1006…剛性マトリクス、1007…減衰マトリクス、1008…荷重ベクトル。

【図1】

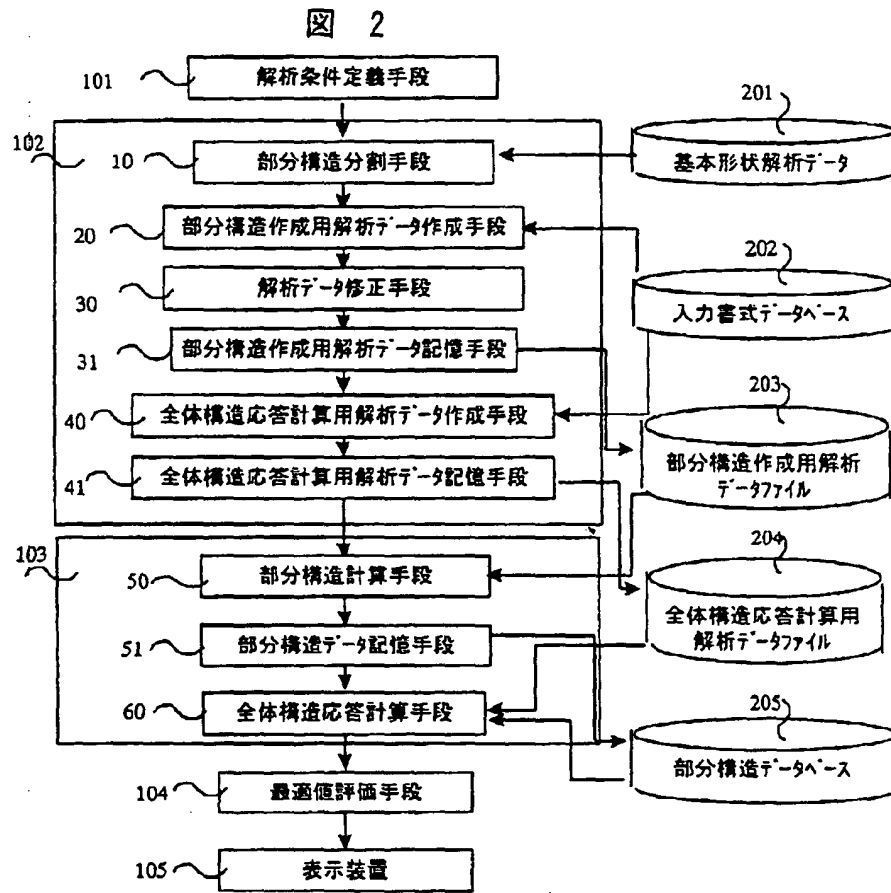


【図7】

図 7

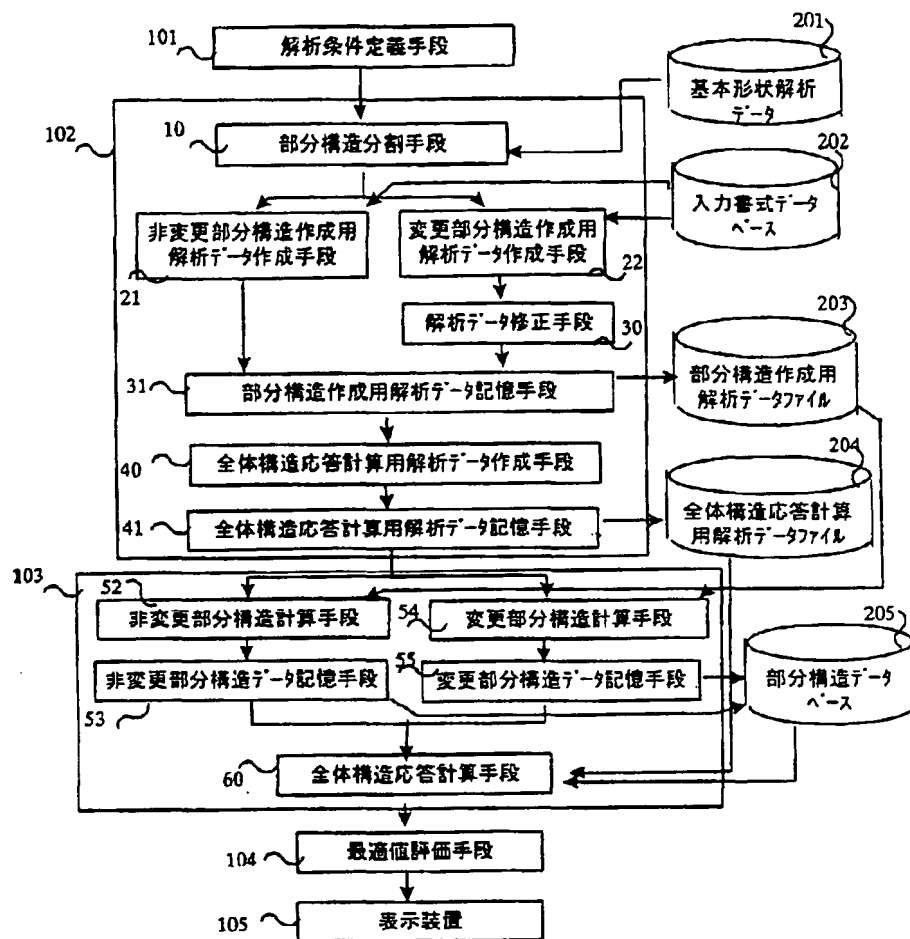


【図2】



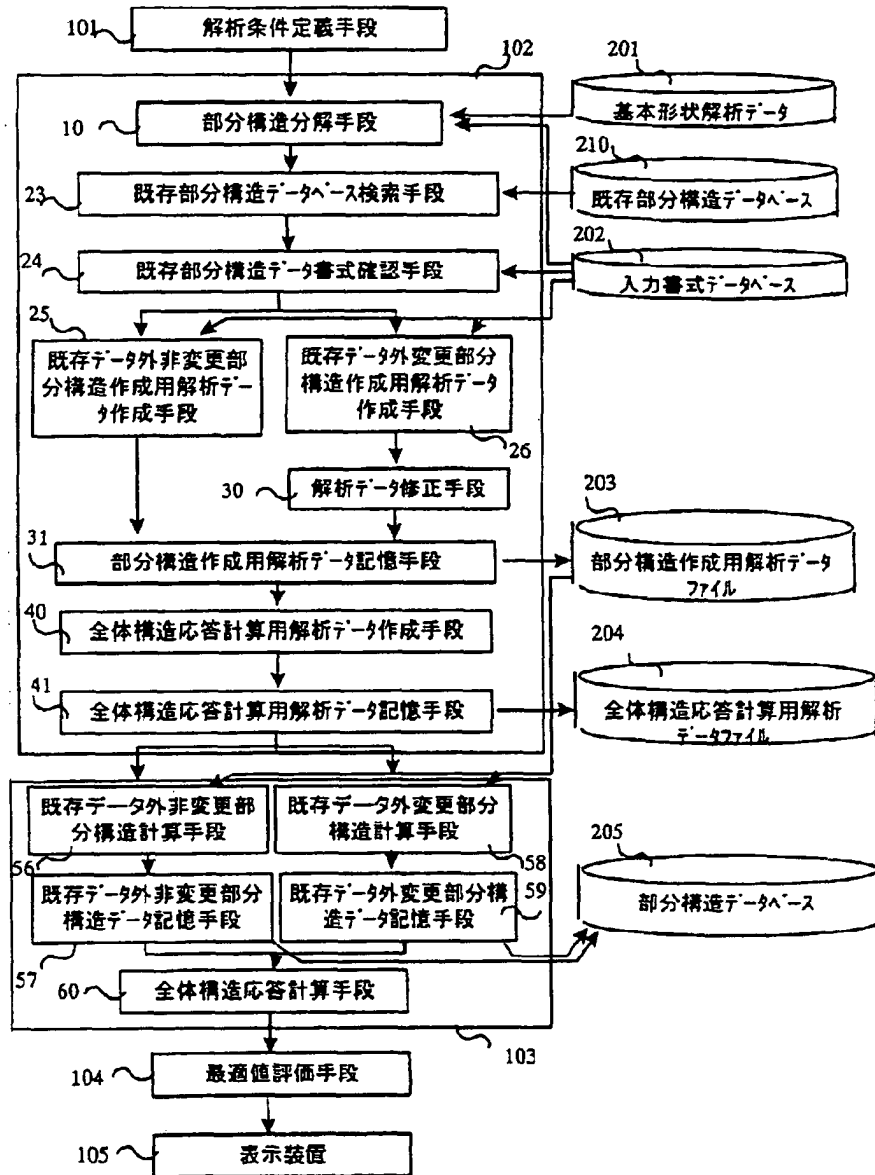
【図3】

図 3



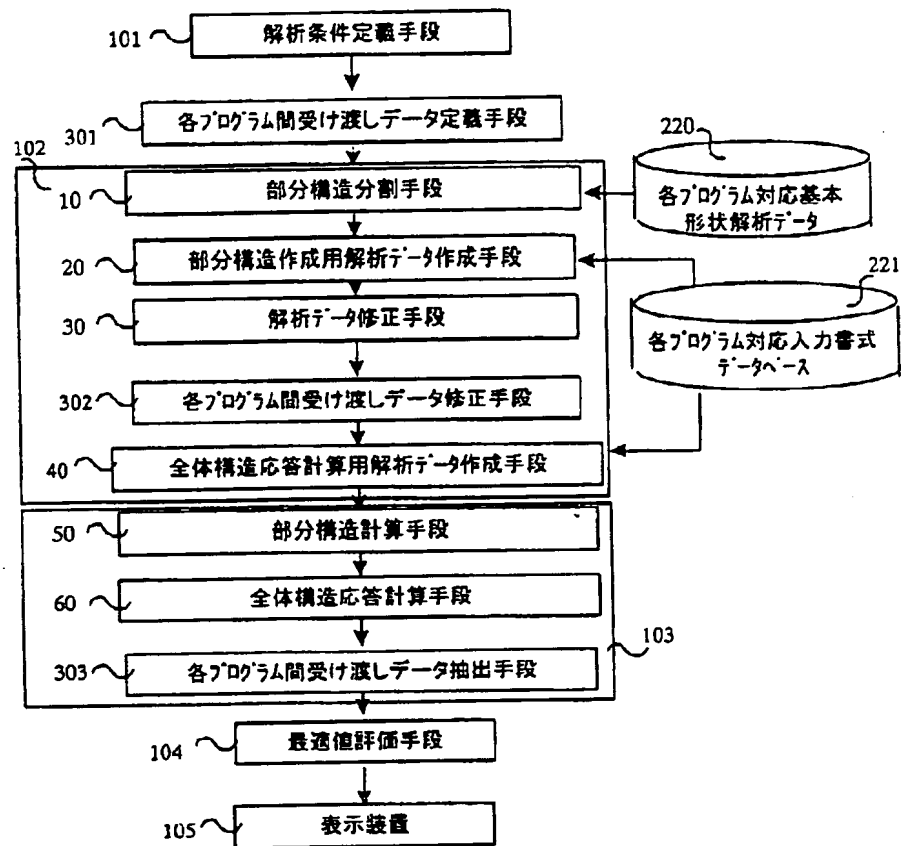
【図4】

図 4



【図5】

図 5



【図6】

